

Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao*) al ataque de *Steirastoma breve* (Coleoptera: Cerambycidae)

Behavior of cacao hybrids (*Theobroma cacao*) to attack by *Steirastoma breve* (Coleoptera: Cerambycidae)

FRANKLIN MORILLO¹, PEDRO SÁNCHEZ², CIRILO GIRÓN², ÁNGEL VALERA²,
WILFREDO MUÑOZ² y JERÓNIMO GUERRA²

Resumen: Con el fin de determinar el comportamiento de plantas híbridas de cacao al ataque de *Steirastoma breve* en la fase larval, se realizó la evaluación de la intensidad de daño (ID), en un ensayo instalado en el Campo Experimental Padrón del estado Miranda, Venezuela. Se utilizaron 60 progenies híbridas, obtenidas por cruces de 27 parentales seleccionados entre criollos, trinitarios y forasteros. Los híbridos se sembraron en un diseño en bloques al azar con seis plantas y tres a diez repeticiones, según el material disponible. En la primera evaluación se registró el daño producido por larvas del insecto según presencia o ausencia de plantas híbridas afectadas. En la segunda evaluación se utilizó una escala nominal de uno a cinco, para medir la ID en 57 progenies híbridas. Se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$; Prueba Kruskal-Wallis) en la ID entre los híbridos en la segunda evaluación. La comparación múltiple de los rangos promedios separó los híbridos en cinco grupos, con extremos de ID de uno (11 híbridos) y entre tres y cuatro (cinco híbridos que fueron los más susceptibles); el resto formaron grupos intermedios. A excepción de los materiales (PV-1 x IMC-11) x OC-61 y SJU-4 x (PV-1 x IMC-11), la mayoría de los híbridos que no presentaron daños, tienen tendencia al genotipo de origen amazónico. Los resultados indican un comportamiento diferencial de los híbridos evaluados al ataque del insecto.

Palabras clave: Resistencia. Intensidad de daño. Susceptibilidad. Trinitario.

Abstract: In order to determine the behavior of cocoa hybrids to the attack of *Steirastoma breve* in its larval phase, the evaluation of damage intensity (DI) was carried out in a trial set up at the Padrón field experimental station in Miranda state, Venezuela. Sixty hybrid progenies were used, obtained through crossings of 27 parentals selected from among “criollo”, “trinitario” and “forastero” types. The hybrids were planted in a randomized block design with six plants and three to ten replicates, depending on the availability of material. In the first evaluation the damage produced by larvae of the insect was recorded according to the presence or absence of affected hybrids. In the second evaluation a nominal scale from one to five was used to measure the DI in 57 hybrid progenies. Highly significant differences were observed ($P < 0.001$; Kruskal-Wallis test) in DI among hybrids in the second evaluation. Multiple comparisons of the average ranges separated the hybrids into five groups, with DI extremes from one (11 hybrids) and between three and four (five hybrids that were the most susceptible); the rest formed intermediate groups. With the exception of the materials (PV-1 x IMC-11) x OC-61 and SJU-4 x (PV-1 x IMC-11), most of the hybrids that did not present damages tended to have a genotype of Amazonian origin. The results indicate a differential behavior of the evaluated hybrids to insect attack.

Key words: Resistance. Damage intensity. Susceptibility. Trinitario.

Introducción

La “gota” del cacao, *Steirastoma breve* (Sulzer, 1776) (Coleoptera: Cerambycidae) (Fig. 1D) es una de las principales plagas del cultivo en algunos países productores de este rubro. Su presencia ha sido señalada en el neotrópico desde Argentina hasta Venezuela en América del Sur, y en las islas Trinidad y Tobago, Grenada, Martinica, Puerto Rico, Jamaica y otros países (Entwistle 1972; Sánchez y Capriles de Reyes 1979). Las larvas y los adultos de este insecto, producen graves daños en tronco y ramas. Al emerger la larva se alimenta de la corteza y capas del cambium vascular. A medida que avanza este proceso, construyen galerías irregulares en espiral que pueden ocasionar el anillado de tallos y ramas, lesión que causa la muerte del área apical afectada o toda la planta según sea la edad y ubicación del daño (Entwistle 1972).

Por otro lado, existe poca información de evaluaciones de daño de este insecto en materiales de cacao provenientes de selecciones de este cultivo. La mayor parte de la información está referida a la resistencia de los materiales genotípicos de

cacao a los principales agentes causales de enfermedades, como *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer, *Ceratocystis fimbriata* Ellis y Halsted, *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler (Desrosiers *et al.* 1955; Delgado y Echandi 1965; Capriles de Reyes *et al.* 1966; Capriles de Reyes y Reyes 1968; Esquivel 1973; Fonseca y Albuquerque 1996). Con relación a los insectos, se han registrado algunos clones de cacao con cierto grado de resistencia a *Conopomorpha cramerella* (Snellen, 1904) (Lepidoptera: Gracillariidae), *Glenea aluensis* Gahan, 1897 (Coleoptera: Cerambycidae) y *S. breve*, en Malasia, Guinea y Trinidad y Tobago, respectivamente (Azhar *et al.* 1995; Azhar 2001; Efron y Epaina 2003; Maharaj *et al.* 2004).

En 1997 el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Experimental del Estado Miranda, se insertó en el Proyecto Internacional “Utilización y Conservación del Germoplasma de Cacao: Un enfoque Global” (Eskes 1999) el cual se afianza en tres criterios fundamentales: (1) selección de materiales nacionales de buena productividad y calidad (sobresalientes índices de mazorca y de almendra), (2) introducción de materiales foráneos y (3) evaluación de los

¹ Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Experimental del Estado Miranda (INIA-Miranda), Caucagua, Edo. Miranda. Zona Postal 1246. Venezuela. fmorillo@inia.gob.ve.

² Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Experimental del Estado Miranda (INIA-Miranda), Caucagua, Edo. Miranda. Zona Postal 1246. Venezuela.

materiales seleccionados e introducidos y los cruces entre ellos. La evaluación se basa en los aspectos agronómicos, fenotípicos y fitosanitarios. En este último aspecto se estudia el efecto de las principales enfermedades e insectos plaga del cacao en el país. El presente trabajo, tiene por objeto evaluar el comportamiento de 60 familias híbridas de cacao, generadas a partir de cruces entre materiales nacionales e introducidos al ataque de *S. breve* en su fase larval.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Padrón, adscrito al INIA-Miranda, ubicado en el sector Tapipa, Municipio Acevedo, estado Miranda, Venezuela, área cacaotera de bosque húmedo tropical según las zonas de vida de Holdridge (1978), con coordenadas geográficas 10°13'36"N, 66°18'30"W y una altitud de 20 msnm. El ensayo se instaló en el año 2000. Para ello se utilizó un diseño en bloques al azar, con 60 familias híbridas como tratamientos, generadas a partir del cruce de 27 clones parentales: 15 materiales nacionales y 12 introducidos, entre criollos, trinitarios y forasteros (Tabla 1), con unidad experimental de seis plantas por híbrido, de tres a diez repeticiones, según la disponibilidad de material de siembra, y una distancia de siembra de 3 x 3 m. Se usó como sombra

permanente el bucare anauco (*Erythrina glauca* Willd.) (Leguminosae) a una distancia de 21 x 21 m, y como sombrío temporal el topocho pelipita (*Musa* sp. Grupo ABB subgrupo Topocho) (Musaceae) sembrado a una distancia de 3 x 3 m.

La primera evaluación se realizó en el año 2002 mediante el uso presencia ó ausencia de plantas dañadas por larvas del insecto. La segunda evaluación se realizó en el 2003 para 57 híbridos y se empleó la siguiente escala de intensidad de daño (ID):

1 = Planta aparentemente sana.

2 = Ligeramente dañada (primeros síntomas de daño larval con presencia de sustancia gelatinosa).

3 = Moderadamente dañada (presencia de larvas y perforaciones o galerías en la mitad del perímetro alrededor del tallo o parte afectada) (Fig. 1A).

4 = Altamente dañada (presencia de larvas y perforaciones o galerías en casi todo el perímetro alrededor del tallo o parte afectada) (Fig. 1B).

5 = Extremadamente dañada (parte afectada totalmente anillada, región apical de la parte afectada muerta) (Fig. 1C).

Todas las evaluaciones se realizaron entre los meses de junio y julio. Los análisis estadísticos se realizaron mediante la prueba binomial y la prueba de Kruskal-Wallis (Siegel y Castellan 2003), equivalente a un ANAVA en diseños comple-



Figura 1. Tipos de daño ocasionado por *S. breve*. (A, B, C) fase de larva e intensidad de daño nivel tres, cuatro y cinco, según escala propuesta en plantas de cacao. (D) insectos adultos de *S. breve*.

Tabla 1. Clones parentales de cacao utilizados en los cruces para la obtención de las progenies híbridas.

Comunes como Padres y Madres	Solo como Madre	Solo como Padres
CUMBO-177*	(OC-61 x PA-159)*	(IMC-67 x SC-10)*
(SCA-6 x SC-10)*	SC-9*	Playa Alta-1*
IMC-67	EEM-003*	Porcelana Verde*
(OC-77 x EET-400)*	Playa Alta-3*	Parinari-121
EEM-001*	EET-400	EET-332
La Concepción-164*	SUJ- 4*	EET-250
OC-61*	SUJ-7*	SC-10*
ICS-6	Pound-12	(PV-1 x SC-6)*
(PV-1 x IMC-11)*	—	Playa Alta-1 x SC-10*
SUJ-3*	—	—

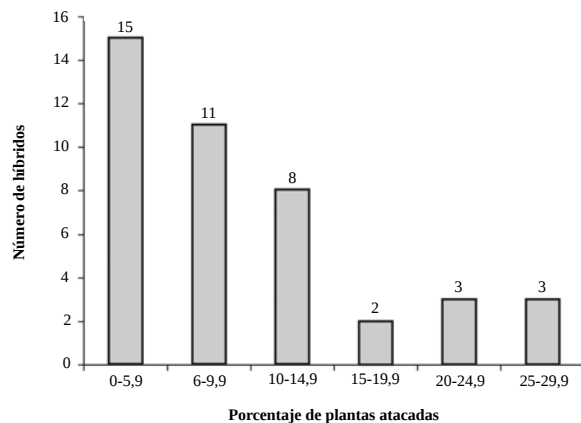
* Son materiales nacionales; algunos son derivados de cruces entre clones realizados y evaluados hace varios años en Venezuela.

tamente aleatorizados pero cuando existe desigualdad en el número de repeticiones por tratamiento.

Resultados y Discusión

En total, 42 progenies híbridas presentaron daños de larvas de *S. breve*, mientras que 18 de ellas (30% de los híbridos) no presentaron daños, siendo estas diferencias significativas ($P \leq 0,0015$; prueba Binomial) entre presencia o ausencia de daño en las plantas híbridas de cacao. El mayor número de híbridos atacados mantuvo un rango de 0,1 a 14,9% (34 híbridos), los materiales más afectados oscilaron entre 15 y 29,9% (ocho híbridos; Fig. 2). Los híbridos más afectados fueron el SJU-3 x EEM-001, SJU-4 x OC-61, SJU-4 x EEM-001, EEM-001 x OC-61 y EEM-001 x ICS-6.

Se detectaron diferencias significativas entre los híbridos en la intensidad de daño ($H=113,6$; $P \leq 0,001$; Tabla 2). La comparación múltiple separa claramente cinco grandes grupos: extremos A y C con valores de mediana de 1 y $3 \leq x \leq 4$, respectivamente y tres grupos intermedios no diferenciados, con valores de mediana entre uno y tres, inclusive. Solo 11 materiales genéticos presentaron valores de tres a cuatro en intensidad de daño y cinco de ellos representa al grupo C, que son los híbridos más atractivos para el insecto estudiado (Fig. 3; Tabla 3).

**Figura 2.** Porcentaje de plantas atacadas en la primera evaluación. Año 2002.

Al discernir el comportamiento de las progenies híbridas se observa una alta variabilidad que puede ser debida a la complejidad de los cruces (Tabla 3). Los materiales más susceptibles de hospedar larvas del insecto fueron los híbridos SJU-3 x EEM-001, SJU-4 x OC-61, SJU-7 x EET-332, (PV-1 x IMC-11) x EEM-001, (PV-1 x IMC-11) x OC-61 (todos con un componente de cacao tipo criollo en calidad de madre) con una ID de 3 (Tabla 3).

Sin embargo, de 11 progenies híbridas que no presentaron daños, seis provienen del cruce de cacao criollo puro con materiales conocidos como trinitarios o forasteros: SJU-3 x ICS-6, ICS-6 x SJU-3, SJU-4 x (PV-1 x IMC-11), SJU-3 x (OC-77 x EET-400), EET-400 x PORCELANA VERDE, La Concepción-164 x SJU-3. Los otros cinco materiales están relacionados con el cacao de origen amazónico. Al parecer la posible resistencia o tolerancia al insecto es independiente del origen del tipo de cacao parental que participa en los cruces.

Se ha registrado que la presencia de polifenoles y otras sustancias como el ácido clorogénico, actúan como el principal mecanismo de resistencia en plantas de cacao para ciertas enfermedades fúngicas (*C. fimbriata* y *C. pernicioso*), y que la concentración aumenta a medida que aumenta la resistencia de los diferentes clones a tales enfermedades (Capriles de Reyes *et al.* 1966; Capriles de Reyes y Reyes 1968). Efron y Epaina (2003) encontraron una respuesta diferencial de materiales genéticos de cacao al ataque del cerambícido *G. aluensis*, en clones provenientes de cruces entre plantas de origen Trinitario, por ejemplo, clones derivados del cruce de los clones K-20 y

Tabla 2. Comparación múltiple en la intensidad de daño de *S. breve* en híbridos de cacao.

Número de híbridos	Intensidad de daño (Mediana)	Comparación múltiple ^a (significancia)
11	1	A
8	1	AB
26	$1 \leq x \leq 2,5$	ABC
7	$2,5 \leq x \leq 3,5$	BC
5	$3 \leq x \leq 4$	C

^a Filas con la misma letra no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 3. Intensidad de daño (ID) causada por *S. breve* en las progenies híbridas de cruces entre 27 materiales genéticos de cacao.

Híbrido	ID ^a	CM ^b	Híbrido	ID ^a	CM ^b
(SCA-6 x SC-10) x EET-250	1,0	AB	(OC-61 x PA-159) x (SCA-6 x SC-10)	1,5	ABC
(OC-61 x PA-159) x (IMC-67 x SC-10)	1,0	ABC	SC-9 x (IMC-67 x SC-10)	1,5	ABC
(OC-77 x EET-400) x ICS-6	1,0	A	Cumbo-177 x (IMC-67 x SC-10)	1,5	ABC
Playa Alta-3 x (Playa Alta-1 x SC-10)	1,0	A	IMC-67 x SC-10	2,0	ABC
OC-61 x ICS-6	1,0	AB	EEM-001 x OC-77 x EET-400)	2,0	ABC
Cumbo-177 x (Playa Alta-1 x SC-10)	1,0	A	La Concepción-164 x (Playa Alta-1 x SC-10)	2,0	ABC
EEM-003 x Cumbo-177	1,0	A	EEM-003 x EEM-001	2,0	ABC
SC-9 x (Playa Alta-1 x SC-10)	1,0	ABC	OC-61 x (OC-77 x EET-400)	2,0	ABC
EEM-003 x OC-61	1,0	ABC	SJU-4 x EEM-001	2,0	ABC
La Concepción-164 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	ABC	(OC-77 x EET-400) x SJU-3	2,0	ABC
SC-9 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	A	EEM-001 x (PV-1 x IMC-11)	2,0	ABC
(PV-1 x IMC-11) x ICS-6	1,0	A	Pound-12 x Porcelana Verde	2,0	ABC
SJU-3 x (OC-77 x EET-400)	1,0	ABC	SJU-7 x Parinari-121	2,0	ABC
EEM-003 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	ABC	SJU-3 x (PV-1 x IMC-11)	2,5	ABC
Cumbo-177 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	ABC	(PV-1 x IMC-11) x SJU-3	2,5	ABC
La Concepción-164 x SJU-3	1,0	ABC	OC-61 x EEM-001	2,5	BC
(OC-77 x EET-400) x OC-61	1,0	ABC	(PV-1 x IMC-11) x EEM-001	3,0	C
Cumbo-177 x (OC-77 x EET-400)	1,0	A	SJU-3 x EEM-001	3,0	C
EEM-001 x EET-250	1,0	ABC	SJU-3 x OC-61	3,0	BC
EEM-003 x IMC-67	1,0	AB	SC-9 x SJU-3	3,0	BC
ICS-6 x EEM-001	1,0	AB	La Concepción-164 x (IMC-67 x SC-10)	3,0	BC
IMC-67 x OC-61	1,0	ABC	EEM-001 x ICS-6	3,0	BC
EEM-001 x Playa Alta-1	1,0	AB	EEM-001 x OC-61	3,0	BC
EEM-003 x La Concepción-164	1,0	A	EEM-003 x (SCA-6 x SC-10)	3,5	BC
Playa Alta-3 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	AB	(PV-1 x IMC-11) x OC-61	3,5	C
SJU-4 x (PV-1 x IMC-11)	1,0	A	SJU-4 x OC-61	3,5	C
EEM-003 x (PV-1 x SCA-6)	1,0	A	SJU-7 x EET-332	4,0	C
ICS-6 x SJU-3	1,0	AB	Playa Alta-1 x (IMC-67 x SC-10)	NI	-
SJU-3 x ICS-6	1,0	AB	EEM-003 x EET-250	NI	-
EET-400 x Porcelana Verde	1,0	A	EEM-003 x Porcelana Verde	NI	-

^a Valores de intensidad de daño (ID) referidos a la mediana en cada familia híbrida.^b CM: Comparación múltiple. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). NI: No Incluido en la evaluación.

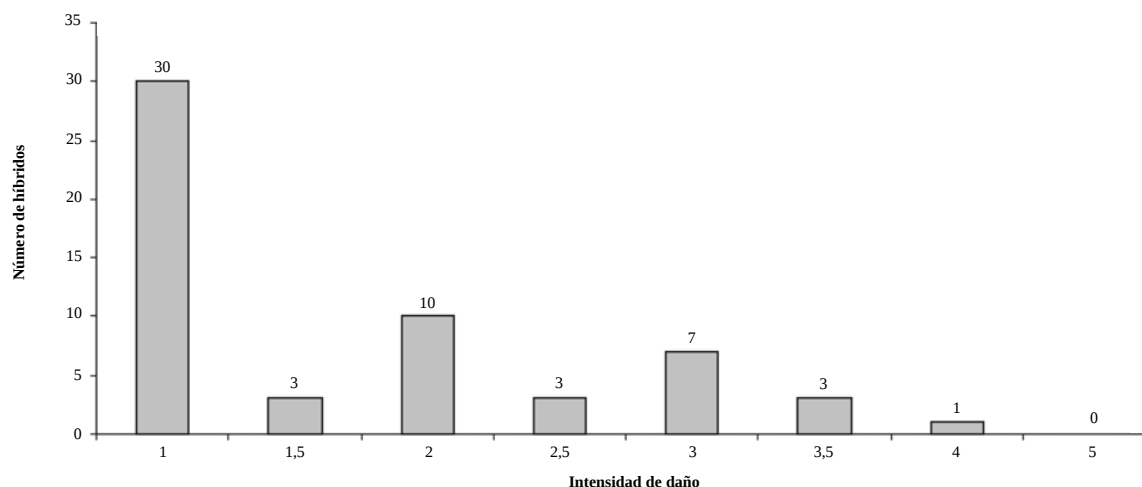


Figura 3. Frecuencias de la intensidad de daño de *S. breve* en híbridos de cacao. Valores relativos a la mediana. Año 2003.

KA2-101, muestran el más bajo promedio de daño (6,0) mientras que el más alto promedio de daño (31,8) fue obtenido en clones provenientes del cruce entre los Trinitarios KT-140 x KA5-201. Similares resultados reportan en Trinidad y Tobago con el insecto *S. breve* (Maharaj *et al.* 2004), donde ciertos clones locales como TSH-1102, 1188 y 1364 son los más susceptibles, mientras que los clones TSH-730, 1077, 1313, 1344, 1350 y 1362 son resistentes. Es probable que el mecanismo de resistencia o tolerancia de las progenies de cacao en el presente estudio se encuentre bajo control genético, asociado a sustancias o metabolitos producto de la defensa química de las plantas. Es necesario profundizar los estudios y evaluar las sustancias químicas y derivados presentes en las familias híbridas del bioensayo, según los parentales involucrados en los cruces, de tal manera que se pueda dilucidar porqué unos híbridos expresan comportamiento de resistencia y otros parecerían ser más susceptibles al insecto, aún con parentales de un mismo origen o tipo genético.

Los resultados indican que existe un comportamiento diferencial de los híbridos que al parecer es independiente del origen genético de los padres. El carácter criollo, trinitario o forastero en determinados cruces, aumenta considerablemente la preferencia de *S. breve* por hospederos que favorecen la oviposición, el desarrollo y el crecimiento de la fase larval del insecto.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a las instituciones CFC/ICCO/IPGRI (ahora BIOVERSITY) por el financiamiento de la presente investigación a través del Proyecto "Cocoa germoplasm utilization and conservation: a global approach". También desean agradecer a Bertus Eskes (CIRAD), Ventura González (INIA) por el minucioso trabajo de revisión del manuscrito y Carlos Marín (INIA) por la revisión de los análisis estadísticos.

Literatura citada

AZHAR, I. 2001. Measuring ovipositional preference of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) to various cocoa clones, pp. 57-59. En: Proceedings. Incoped 3rd International Seminar 16-17 October 2000. Kota Kinabalu Sabah, Malaysia.

- AZHAR, I.; LONG, G. E.; MUSA, M. J. 1995. Qualitative and multivariate analyses of clonal cocoa resistance to cocoa pod borer (Lepidoptera: Gracillariidae). *Planter* 71 (832): 307-321.
- CAPRILES DE REYES, L.; SHULTZ, E.; MUÑOZ, A. 1966. El contenido de ácido clorogénico en diferentes variedades de cacao y su relación con la resistencia contra el hongo *Ceratocystis fimbriata*. *Agronomía Tropical* 16 (4): 273-284.
- CAPRILES DE REYES, L.; REYES H. 1968. Contenido de polifenoles en dos variedades de *Theobroma cacao* L., y su relación con la resistencia a *Ceratocystis fimbriata*. *Agronomía Tropical* 18 (3): 339-355.
- DELGADO, J. C.; ECHANDI, E. 1965. Evaluación de la resistencia de especies y clones de cacao al mal de machete provocado por *Ceratocystis fimbriata*. *Turrialba* 15: 286-89.
- DESROSIERS, R.; BOLANOS, W. C.; VARGAS, J. 1955. Evaluación de clones de cacao en relación con su resistencia a la escoba de bruja (*Marasmius perniciosus* Stahel). *Turrialba* 5: 78-82.
- EFRON, Y.; EPAINA, P. 2003. Differential responses of Trinitario cacao clones to attack by the trunk longicorn, *Glenea aluensis*. *Ingenic Newsletter* 8: 18-22.
- ENTWISTLE, P. 1972. *Pest of cocoa*. Longman, London. 779 p.
- ESKES, A. B. 1999. Advanced Draft. Working Procedures and Recording Sheets for the CFC/ICCO/IPGRI Project. CFC/ICCO/IPGRI Cocoa Project. 279 p.
- ESQUIVEL, O. 1973. Estudios sobre la reacción de resistencia de algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la pudrición de frutos causada por *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. MSc. Thesis, IICA, Turrialba, Costa Rica. 83 p.
- FONSECA, S. E. A.; ALBUQUERQUE, P. S. B. de. 1996. Avaliação de clones de cacao na Amazonia Brasileira em relação a incidência de vassoura-de bruxa, pp. 28-32. In: Proceedings of the 12th International Cocoa Research Conference, Salvador, Brazil, 1996. Cocoa Producers' Alliance.
- HOLDRIDGE, L. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica. 216 p.
- MAHARAJ, K.; CUMBERBATCH, A.; RAMNATH, D. 2004. Final report (1998-2003). MALMR, Trinidad and Tobago, pp. 1-29. En: IPGRI (eds). CFC/ICCO/IPGRI Project on cocoa germoplasm utilization and conservation: a global approach. Final Individual Institute Reports April 1998- September 2003. Volume I. America and the Caribbean. 279 p.
- SÁNCHEZ, P.; CAPRILES DE REYES, L. 1979. Insectos asociados al cultivo del cacao en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Venezuela. Boletín Técnico 11. 56 p.
- SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. 2003. *Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas. 3^{era} reimpresión. México. 437 p.

Recibido: 30-ago-2008 • Aceptado: 12-sep-2008